

전기차 충전시스템을 위한 도시철도 DC 전력의 활용방안 연구

A study on the application of urban railway DC electric power for electric car charging system

강현일* 김윤식** 심재석*** 임형길**** 유기선***** 이기승†
Kang, Hyun-il Kim, Youn-sik Sim, Jae-suk Im, Hyeong-gil Ryu, Ki-seon Lee, Gi-seung

ABSTRACT

Electric vehicles have reached a new level of development with introductions by Chrysler, Ford, Honda and Toyota. Today's charging technology includes conductive and inductive charging systems. There are three standardized charging levels: Level 1: charging can be done from a standard, grounded AC 120V, 3-prong outlet available in all homes; Level 2: charging is at AC 240V, 40 amp charging station with special consumer features to make it easy and convenient to plug in and charge EVs at home or at an EV charging station; Level 3: a high-powered charging "fast charge" technology currently under development that will provide a charge in less than 15 minutes. The incoming AC power is converted to DC and stored in the vehicle's batteries. In this paper, we investigated the application of urban railway DC electric power for electric car charging system.

1. 서론

최근 전기차는 클라이슬러, 포드, 혼다 및 도요타 등에 의해서 새로운 단계의 연구가 진행 중에 있다. 오늘날 전기차 충전기술은 conductive와 inductive 기술을 포함한다. 충전기술에는 표준화된 3단계 충전시스템이 있다. 첫 번째는 가정용 AC 120V를 사용하는 것이며, 두 번째 방법은 가정용 전력을 사용하는 것이 아닌 별도의 충전소에서 AC 240 V, 40 A의 전력을 이용하여 충전하는 기술이다. 마지막 세 번째는 15분안에 충전이 가능하도록 하는 급속충전시스템이다. 그러나 이러한 시스템은 AC전력을 DC전력으로 바꾸고, 전기차의 축전지에 저장하는 것이다. 도시철도에는 이미 AC 전력을 DC전력으로 바꾸는 변전설비가 구축되어 있어 전기차 충전인프라 구축이 용이 할 것으로 사료된다. 또한 최근 서울시에서는 친환경 도시를 만들고자 그린카(전기차) 정책으로 2010년 4월부터 전기자동차(저속용)를 서울시내에서 달릴 수 있게 하고, 2010년에 총 109억원의 예산을 투입해 전기버스, 관용전기차, 전기이륜차 등 친환경 그린카를 보급할 계획에 있어 전기차 인프라 구축이 시급한 실정이다.

† 책임저자 : 정회원, 서울메트로, 기술연구소, 부장
E-mail : lgisung@seoulmetro.co.kr
TEL : (02)6110-5881 FAX : (02)6110-5338
* 정회원, 서울메트로, 기술연구소, 전문위원
** 비회원, 서울메트로, 기술연구소, 과장
*** 비회원, 서울메트로, 기술연구소, 선임
**** 비회원, 서울메트로, 기술연구소, 주임
***** 비회원, 서울메트로, 기술연구소, 차장

본 논문에서는 전기차 충전시스템을 위한 도시철도 DC 전력의 활용방안을 연구하였다. 전기차를 위한 DC 전력 급속충전 설비의 추가에 따른 도시철도 변전설비의 부하부담을 분석하였고, 설치공간을 검토 하였다. 본 연구의 결과는 향후 전기차, 전기자전거, 전기오토바이 등의 충전을 위한 인프라구축에 적용이 될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 본론

2.1 전기자동차 기술 동향

국토해양부에서는 저속전기차의 안전기준 제정 및 도로주행 허용 등을 주요 내용으로 하는 자동차관리법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 자동차안전기준에 관한 규칙 개정안을 2010년 1월 21일에 입법예고하였다. 그러나 전기차 운행이 가능하려면 지방자치단체가 운행 가능도로를 선정하고 검차, 경찰의 단속규정까지 확정되어야 하지만 지방자치단체의 도로확정과 지자체간 조율이 이뤄지지 않아 3월 30일 이후에도 전기차가 운행되기는 어려워 보인다. 그러나 전기차는 시기의 문제일 뿐 고유가, 기후변화 협약 등과 같은 전 지구적 에너지 소비 감축 방안 등으로 인해 석유 자원 사용에 대한 제약이 심화될 것으로 전망되기 때문에 석유를 전혀 사용하지 않는 전기차 보급은 중장기적으로 대안이 될 수밖에 없다. 2010년 1월 11일에 있었던 북미 국제자동차쇼에서는 3,437 m²에 달하는 Electric Avenue를 별도로 만드는 등 모터쇼 최대 이슈는 전기차였다. 일본 미쯔비시는 2009년 상반기 세계 최초로 양산한 전기차 i-MiEV를 출시하였으며 닛산은 하이브리드카를 선점하지 못한 대신 전기차를 선점하기 위해 공격적으로 전기차 연구개발을 하고 있다. 특히 최근 일본 완성차업체들의 하이브리드카를 비롯한 대규모 리콜사태를 계기로 미국 업체들이 전기차의 주도권을 일본으로부터 가져오기 위해 전기차 상용화를 서두르고 있어 2010년은 전기차를 선점하기 위한 업체들의 경쟁이 본격적으로 발생할 것으로 예상된다[1].

표1. 국가별 전기차 보급목표/전략

국가	전기차 보급목표	전기차 보조금/세제 혜택
미국	2013년까지 순차적 보급	1. 신차구매시 대당 7,500달러까지 보조금 지원 2. 업계 자금 융자(테슬라 5억달러, 포드 59억달러, 닛산 16억달러) 3. 경기 회복 및 재투자법(총 24억달러) 첨단기술차 개발프로그램(총 80억달러)
일본	전기차 보급 및 충전인프라 구축을 위해 연 90억엔 투입(2010)	1. 친환경 소형차 구매시 취득세 전액면제 2. 신차구매시 하이브리드카 최대 25만엔, 전기차 최대 139만엔 지원
대한민국	전기차 조기양산 계획(2011) 세계 전기차 시장 10% 점유율 목표(2015) 2014년까지 배터리 개발에 총 4000억원 투입	1. 동급 가솔린차와 가격차이 50% 수준 보조금(대당 2천만원 이내) 2. 연장 지원 여부는 해당 시저에서 시장 여건 등을 감안

전기차는 화석연료를 이용해 엔진으로 움직이는 것이 아닌 전기를 이용해 모터로 움직이는 자동차이다. 전기로 달리기 때문에 유해가스가 배출되지 않아 친환경차로 평가받고 있다. 전기차는 의외로 1880년대부터 개발이 되었다. 100년전에는 증기자동차가 점유율 50%, 전기자동차가 30%, 나머지 20%가 휘발유 자동차였다. 그 당시 전기차는 사치품 자동차였으며 휘발유 자동차는 화물 운반용으로 쓰였다. 1912년 미국의 C.F 케터링이 Self Starter 개발을 시작으로 전기차는 휘발유차와의 경쟁에서 뒤지기 시작하였다. 휘발유차는 차체 전면에 있는 크랭크를 돌려줌으로써 시동을 걸었는데 Self Starter가 개발됨으로써 힘이 없는 노인 과 여성들도 쉽게 시동을 걸 수 있게 돼 휘발유차는 편리한 교통기관이 되었다. 또한 헨리포드가 대량생산 방식을 도입함으로써 본격적으로 휘발유차의 대중화가 시작되며 전기차는 사양길에 접어들었다. 외면받았던 전기차는 다시 이산화탄소 규제와 고갈되는 Oil에 대한 우려로 인해 다시금 주목받고 있다.

2.2 국내 전기충전 설비 기술 동향

현재 전기차용 충전기는 크게 급속충전기, 준급속 충전기 및 완속 충전기로 나뉜다. 급속 충전기는 50kW 기준 충전시간이 20~30분 정도로 가장 짧고, 준급속충전기는 2~3 시간, 완속충전기는 8 시간 정도가 소요된다. ~



(a) 급속 충전기



(b) 준급속 충전기
그림1 . 충전기 분류



(c) 완속충전기(충전스탠드)

국내 전기차용 충전기는 한국전력공사, (주)시그넷시스템 및 LS전선 등에서 개발하여 전기차 보급 시기에 맞추어 공급하기 위해서 현재 시험 테스트 중이다.



(a) 한국전력공사 (KEPCO) 급속충전기



(b) 한국전력공사 (KEPCO) 완속충전기

그림2 . 국내 전기차 충전기 현황

2.3 전기차-도시철도 연계 충전시스템

전기차-도시철도 연계 충전시스템을 이용하여 전기차 충전 시 소모되는 전력량 월 180kWh 사용 시 주택용(저압) 전기요금 대비 월 34,500 원 저렴할 것으로 사료된다. (2010.2월 기준)

표2. 주택용(저압) 사용자와 서울메트로(고압) 사용자 전기요금 비교

항목	기준	월 전기요금	월 전기차 충전 전기요금	비고
주택용 (저압)	- 매달 180kWh사용 - 250kWh 사용자 기준	430kWh (180kWh + 250kWh) = 86,390 원	86,390원 - 30,380원 = 56,010원	-
서울메트로 (고압)	-매달 180kWh사용 -지하철 전기요금(kwh당 73원, 09년1월 2호선기준), -지하철 충전요금 12원(가정)	180kWh = 180 * 73원 = 13,140원	180kWh * 120원= 21,600원	주택용(저압) - 서울메트로(고압) = 56,100원 - 21,600원 = 34,500원 저렴

표3. 서울시 자가용 자동차 및 전기차 현황

항목	2009년	2020년	2030년	비고
서울시자동차	220만대	260만대	310만대	년2% 증가
전기차	0대	26만대	243만대(80%)	

2.4 서울메트로 전기차-도시철도 연계 충전시스템

전기차-도시철도 연계시스템은 크게 직류공급방식과 교류 공급방식으로 나뉠수 있다. 아래그림은 22.9 kV를 한 국전력공사에서 공급받아 전기차 충전시스템에 공급하는 방식으로 도면 상에 있는 정류기(70)을 거치기 전에 공급 하는 방식이다.

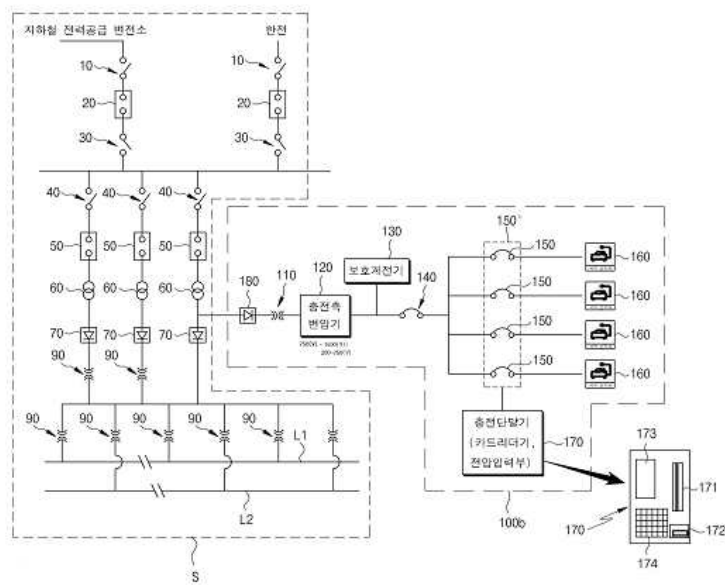


그림3 . 교류공급방식 전기차 충전시스템

또한 정류기를 거친 후에 연결하는 직류공급방식을 그림 4에 나타내었다. 직류공급방식은 교류공급방식에 비해 DC 1500V를 전기차용 전압인 450V로 사용하기 용이한 장점이 있다.

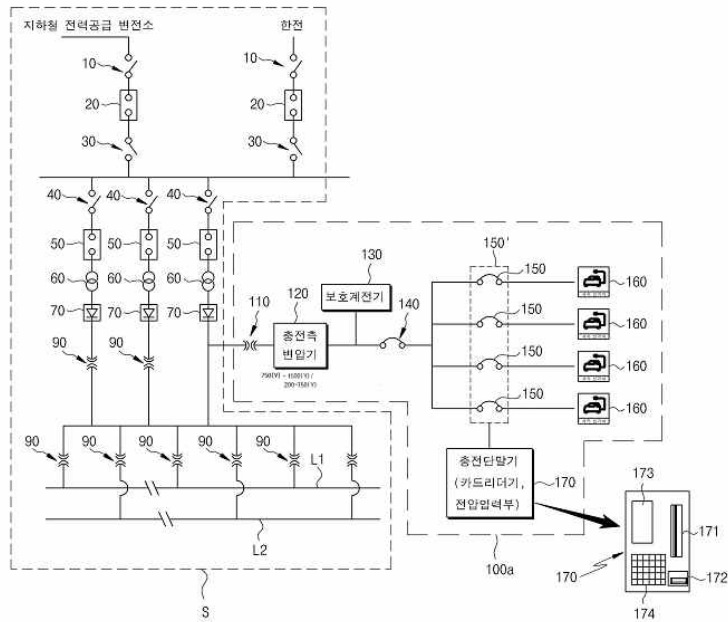


그림4 . 직류공급방식 전기차 충전시스템

3. 결론

본 논문에서는 기존 전기차 충전기술의 문제점을 해결하기 위하여 경전철, 모노레일, 지하철 등의 철도차량 구동을 위해 직류전원을 공급하는 직류전원 시스템 또는 플랜트 등의 직류전원 시스템의 직류전원을 지상에 설치된 전기충전소로 공급하는 방식을 제안 하였다. 이러한 결과는 도시철도 전력을 이용하여 전기차량을 충전할 수 있도록 함으로써 상용 전원 공급 시 과부하가 걸리는 것을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. "전기차 업체들의 주도권 경쟁", 대신증권, 1999.
2. 한성빈, "E디젤 하이브리드 전기 자동차의 연료경제성 및 배출가스에 관한 시뮬레이션 " 에너지공학회, 제18권, pp.31-36, 2009.
3. 최은식, 임근희, 김창수, "전기자동차 보급 촉진정책 과 경제성 분석 ", 대한전기학회 2009년도 제40회, 하계 학술대회, 2009.
4. 김홍균, 황갑철, 노장현, 박종완, 박응래, 김태용, "전기자동차의 전력수요 및 전력계통에의 영향 분석", 대한전기학회, 2009년도 제40회, 하계 학술대회, 2009.